

PAT-NO: JP363228941A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63228941 A

TITLE: COMPOUND MOTOR

PUBN-DATE: September 22, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ONUMA, KOJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

ONUMA KOJI

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP62062824

APPL-DATE: March 18, 1987

INT-CL (IPC): H02K007/10, H02K007/116 , H02K016/00

US-CL-CURRENT: 310/40R

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a compound motor suitable for highly precise positioning or for driving a heavy load by providing a planetary rotator composed of at least two planetary wheels and by enabling the number of revolutions of any of first and second motors to be taken out by an output shaft via said planetary rotator.

CONSTITUTION: Motors 33, 34 can be varied in their numbers of revolutions N1 and N2 by changing of the number of poles, because single-phase coil motors or three-phase coil motors are used as said motors. When the first and second motors 33 and 34 are respectively revolved N1 and N2 times, said motors 33, 34

are revolved after electromagnetic brakes 35 and 36 have been turned OFF. First, an outer wheel 32b rotates N_1 times and a central wheel 32a, N_2 times. Said rotation is transmitted from both of said outer wheel 32b and central ring 32a to a planetary wheel 32c, which then rotates on its own axis or round said central wheel as required. Then, a whirling arm 32d rotates and power is outputted from an output shaft 41.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-228941

⑮ Int.Cl.⁴

H 02 K 7/10
7/116

// H 02 K 16/00

識別記号

庁内整理番号

A-6650-5H

6650-5H

7429-5H

⑬ 公開 昭和63年(1988)9月22日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全19頁)

⑭ 発明の名称 複合モータ

⑰ 特 願 昭62-62824

⑱ 出 願 昭62(1987)3月18日

⑲ 発 明 者 大 沼 浩 司 千葉県柏市東3丁目2番48号

⑳ 出 願 人 大 沼 浩 司 千葉県柏市東3丁目2番48号

明 細 書

1 発明の名称

複合モータ

2 特許請求の範囲

1) 中心輪と、外輪と、中心輪と外輪に挟まれた円周方向に等配置の少くとも二個の遊星輪と、遊星輪を支持する旋回腕とからなる遊星回転装置を備え、

第一モータの回転軸が、中心輪と外輪と旋回腕のいずれかに直結され、第二モータの回転軸が、中心輪と外輪と旋回腕の中、第一モータが直結されているものと異なるものに直結され、ケーシング外に突出する出力軸が、中心輪と外輪と旋回腕の中、第一モータまたは第二モータが直結されていない残りの一つに直結され、これらが、ケーシング内にオールインワンに収容されていることを特徴とする複合モータ。

2) 第一モータの回転軸が外輪に直結され、第二モータの回転軸が旋回腕もしくは中心輪に直結されていることを特徴とする特許請求の範囲第一項

記載の複合モータ。

3) 第一モータの回転軸が旋回腕に直結され、第二モータの回転軸が中心輪に直結され、出力軸が外輪に直結されていることを特徴とする特許請求の範囲第一項記載の複合モータ。

4) 遊星回転装置に隣接して第一モータが配され、第一モータに隣接して第二モータが配され、出力軸がモータと反対側にあり、第一モータの回転軸が中空に形成され、該中空な第一モータの回転軸の内側に第二モータの回転軸が通されていることを特徴とする特許請求の範囲第一項ないし第三項記載の複合モータ。

5) 第一モータと第二モータが遊星回転装置を挟んで位置され、旋回腕もしくは中心輪に直結された出力軸が、いずれか一方のモータの回転軸が中空に形成されたその内側に通されていることを特徴とする特許請求の範囲第一項ないし第二項記載の複合モータ。

6) 遊星回転装置は、摩擦伝達車よりなることを特徴とする特許請求の範囲第一項記載の複合モータ。

タ。

7) 遊星回転装置は、歯車よりなることを特徴とする特許請求の範囲第一項記載の複合モータ。

3 発明の詳細な説明

<技術分野>

本発明は、二つのモータが遊星回転装置と複合一体化されていて差動により極めて大きな減速が得られ、高速超精密位置決め用または大負荷駆動用として好適な複合モータに関する。

<従来技術>

従来複合モータには、親子モータと複合サーボモータとがある。親子モータは、例えば軸方向ギャップACブレーキモータを2台用い、出力の小さいギヤードモータを子モータとして、出力の大きい親モータの後に電磁クラッチを介して連結したものであり、親モータで長い距離を高速送りし、至近距離になったら子モータで低速送りして位置決めを行う。

他方、複合サーボモータは、子側にDCサーボモータを用いた親子モータの一種であり、例えば

3

受けるショックが比較的大きいことが欠点である。

リニアモータも位置決め精度に限界があり、高価であり、工作機械等負荷の大きい駆動手段には採用できない。

精密制御用のパルスモータやステップモータでダイレクトドライブする一般的な精密位置決めテーブルの位置決め精度は、 $\pm 20 \sim 30$ ミクロン ($1 \text{ ミクロン} = 1/1,000 \text{ ミリ}$) である。サーボモータによる位置決めの現在の最高精度は、 ± 3 ミクロンである。

ダイレクトドライブシステムにおいて、位置決め精度が2~3ミクロンの高精度位置決めとするには、モータの最小微小回転角(以下、モータの分解能という。)を高精密にしなければならない。減速機を使用すれば、モータの分解能が粗くても微小な回転や送りが得られるが、この場合には高精度位置決め精度を保障するために、減速機の振動やバックラッシュもしくはロストモーションを除去してやるのが条件となる。しかし、パッ

親モータに軸方向ギャップACブレーキモータを、また子側にディスク形プリントモータを用いて直結してある。

また、複合モータの中にはボールチェンジモータもある。

しかしながら、従来のこれらの複合モータは、とても高精度位置決めを行えるものではなかった。

精密位置決めは、ほとんどの場合、サーボモータやパルスモータやステップモータで行われており、中でも高精度位置決めさらには超高精度位置決めはダイレクトドライブ方式が採用されている。インバータ制御のモータは、高精度位置決めや超高精度位置決めには採用されていない。

最近、バックラッシュがない遊星歯車減速機であるハーモニックドライブを一体化したモータが高精度位置決め用に提供されてきているが、これは、高速送りができないこと、ロストモーションが避けられないこと、高負荷用には不適であること、位置決め停止時のイナーシャによるモータが

4

クラッシュもしくはロストモーションを完全に除去する方法はない。また、減速機を使用すると、高速送りができない。

超精密位置決めの入口精度であるサブミクロン ($1/10,000$ ミリ) の位置決めは、ダイレクトドライブとするとともに、モータの分解能を超高精度にすることにより実現されている。

モータがどの程度の分解能を必要とするか具体的に説明すると、今、ピッチ1mmのボールネジをパルスモータでダイレクトドライブし、該ボールネジと螺合したナットを固定したテーブルをサブミクロン送りする場合、モータは10,000パルス/360°という超高分解能を有していなくてはならない。ミクロンの位置決めをするには、モータは1,000パルス/回転という分解能を有すれば足りる。

そこで、10,000パルス/360°というような超高分解能を有する超高精度モータは非常に高価であるとともに、トルク出力が極めて小さいので負荷を大きくすることができず、空気軸受や磁気軸

受が必要とされ、装置全体が複雑であり大型であり高価であるので、1,000 パルス/360°の分解能を有するモータで超高精度送りができる装置が多く開発されており、それらのいくつかを面を参照して説明する。

第12図は、差動ボールネジを使用したテーブル装置である。モータ1を回転させると、差動ボールネジの左ねじ部分2とブロック3に固定されたナット4との螺合により、該差動ボールネジが移動するとともに、差動ボールネジの右ねじ部分5とテーブル6に固定されたナット7との螺合により、該テーブル6が差動ボールとは反対方向に移動するので、1回転当り微小な送り、例えば0.1mm送りが得られる。従って、分解能が1,000 パルス/360°である高精度モータを使用すれば、サブミクロン送りができる。この装置、空気案内装置や空気軸受あるいは磁気軸受等を採用しなくても実現されている。しかし、この装置はストロークが小さいことと、高速送りができない欠点がある。

7

第14図は、歯車列を使用せず位置決め精度が高く、かつボールネジとナットを別々のモータで駆動して高速送りもできるテーブル装置である。第15図は、該テーブル装置の原理を示す立面図である。モータ16はボールネジ17をダイレクトドライブするようになっており、またモータ18はボールネジ17の自由端側を被包するパイプ状のカップリング19を介してテーブル20に回転自在に支持されるナット21をダイレクトドライブするようになっている。従って、モータ16と18が回転数に僅かな差があつて同方向に回転するときは微小送りが行われ、モータ16と18が反対方向に回転するときは高速送りが行われ、モータ16と18のいずれかが回転するときは、中速送りが行われる。この装置は上述した第12図のテーブル装置の欠点を解消しているとともに、第12図のテーブル装置の欠点を解消しており、優れた高精度送りが実現できる。例えば、ボールネジ17のピッチを4mm、分解能が1,000 パルス/360°である高精度モータ16と、分解

9

第13図は、高速送りができるテーブル装置であり、ボールネジとナットを別々のモータで駆動する。モータ8が回転すると、歯車列9を介してナット10が回転し、これによってボールネジ11が移動する。またモータ12が回転すると、歯車列13を介してナット14がボールネジ11と同方向または反対方向に回転する。このため、テーブル15がボールネジ11と同方向に移動するときは高速送りとなる。また、テーブル15がボールネジ11と反対方向に移動するときは、移動量に差があるときにテーブル15が低速送りとなる。かかる移動量に差を生じさせるには、モータ8と12の回転数を僅かに相違させるようにするか、歯車列9と13における回転伝達に僅かな相違を持たせるようにする。なお、いずれかのモータを駆動するときは、中速送りができる。

しかしながら、この装置は、ストロークが小さいこと、歯車列9と13による振動とバックラッシュの影響が免がれず、第12図の装置に比べて位置決め精度がはるかに劣る欠点がある。

8

能が800 パルス/360°である高精度モータ18を使用すれば、モータ16と18を同方向にそれぞれパルス送りすれば、分解能が4,000 パルス/360°である高精度モータを使用した場合と同じになり、ミクロン送りが実現できる。この装置も、空気案内装置や空気軸受あるいは磁気軸受等を採用することなく実現されている。油圧モータにより実現している装置は、±0.5 ミクロンの位置決め精度が得られている。

しかしながら、この装置は、やはりストロークが半分しかとれず長尺な送り手段として採用できないこと、ナットをテーブルに対して回転自在に取付ける必要がありボールネジの径を大きくできず、従って負荷も大きくできないことが欠点である。

第16図は、ボールネジをダイレクトドライブするとともに、ナットをボールネジと平行するボールスプラインにより駆動するテーブル装置である。ボールネジ22が油圧モータ23に直結回転されるようになっており、ナット歯車

10

24が歯車25と26、ボールスプライン27、リニアモーション歯車28を介してボールネジ22と同方向に回転されるようになっている。ナット歯車24とリニアモーション歯車28の歯数は同一であり、歯車25と26の歯数は一または二枚の少数差とされることにより、ナット歯車24が僅かに減速され、もって回転数を僅かに相違してボールネジ22とナット歯車24が同方向回転するために大きな減速が得られ、±0.5ミクロンの位置決め精度が実現されている。なお、油圧モータ23を反対回転するときは、互いに逆に作用するように取付けたワンウェイクラッチ29、30により、ナット歯車24が回転停止され、油圧モータ23の一回転当り、一ピッチ送りを実現される。

しかしながら、この装置の欠点は、二軸ドライブであるため構造が複雑となり高価となること、歯車伝達を用いているので、振動とバックラッシュが避けられないので高速送りができないことである。

11

本発明の複合モータは、中心輪と、外輪と、中心輪と外輪に挟まれた円周方向に等配置の少なくとも二個の遊星輪と、遊星輪を支持する旋回腕とからなる遊星回転装置を備え、第一モータの回転軸が、中心輪と外輪と旋回腕のいずれかに直結され、第二モータの回転軸が、中心輪と外輪と旋回腕の中、第一モータが直結されているものと異なるものに直結され、ケーシング外に突出する出力軸が、中心輪と外輪と旋回腕の中、第一モータまたは第二モータが直結されていない残りの一つに直結され、これらが、ケーシング内にオールインワンに収容されていることを特徴とする複合モータである。

従って、第一モータと第二モータのいずれの回転数も遊星回転装置を経由して出力軸に取出すことができる。

本発明の複合モータによれば、二つのモータの回転軸が、遊星回転装置に対してどのように直結されているかによって、出力軸の回転数及び回転方向が異なってくる。

13

なお、ナノメートル(1/100,000ミリ)の位置決め精度は圧電アクチュエータ(電歪素子)の使用により実現可能である。

他方、ダイレクトドライブはギヤードモータドライブのようなトルク増大が図れることがないので、各種の大型機械や揚重装置の駆動源として採用することができないでいた。

<発明の目的>

本発明の主たる目的は、高回転出力と中回転出力と低回転出力の三種類の回転出力が得られ、高精度位置決め用あるいは大負荷駆動用に好適な複合モータを提供することにある。

本発明の副次的な目的は、振動やバックラッシュやロストモーションの問題が生ずることがない複合モータを提供することを目的としている。

本発明の副次的な目的は、大きな減速が得られトルクが大きく精密位置決めを必要とする各種の大型機械や揚重装置の小型駆動源として好適な複合モータを提供することにある。

<発明の構成>

12

第一モータの回転軸が外輪に直結され、第二モータの回転軸が中心輪に直結されている場合には、第一モータを駆動すると増速回転が出力され、第二モータを駆動すると増速回転が出力され、第一モータと第二モータを反対方向回転すると、低回転が出力される。

第一モータの回転軸が外輪に直結され、第二モータの回転軸が旋回腕に直結されている場合には、第一モータまたは第二モータを択一駆動すると増速回転が出力され、第一モータと第二モータを同方向または反対方向回転すると、低回転が出力される。

第一モータの回転軸が旋回腕に直結され、第二モータの回転軸が中心輪に直結され、出力軸が外輪に直結されている場合には、第一モータを駆動すると増速回転が出力され、第二モータを駆動すると減速回転が出力され、第一モータと第二モータを同方向に回転すると、低回転が出力される。

本発明の複合モータについて、遊星回転装置と二つのモータの配置を見ると、

14

遊星回転装置に隣接して第一モータが配され、第一モータに隣接して第二モータが配され、出力軸がモータと反対側にあり、第一モータの回転軸が中空に形成され、該中空な第一モータの回転軸の内側に第二モータの回転軸が通されている実施態様と、第一モータと第二モータが遊星回転装置を挟んで位置され、旋回腕もしくは中心輪に直結された出力軸が、いずれか一方のモータの回転軸が中空に形成されたその内側に通されている実施態様とがある。

本発明の複合モータを高精密位置決め用に採用する場合、遊星回転装置は、歯車でなく摩擦伝達車を採用する。そうすると、振動やバックラッシュの問題は生じない。摩擦伝達車はすべりが生ずると、計測誤差またはロストモーションが生じるのではないかという問題については、摩擦伝達車のすべりをゼロにできることが、無段減速機において実証されているので全く問題ない。そうして、出力軸に直結する高精密ボールネジやインデックスの回転軸に高精密なロータリーエンコーダを付

15

モータケーシング31は、ヘッドカバー31aと、筒フレーム31bと、中プレート31cと、ボックスフレーム31dと31eとがボルト締めされてなる。筒フレーム31bの中に遊星回転装置32と第一モータ33が収容され、ボックスフレーム31dの中に第二モータ34が収容され、ボックスフレーム31eの中に第二モータ34の電磁ブレーキ35が収容されている。第二モータ33の電磁ブレーキ36は、筒フレーム31bの外面に取付けられていて、遊星回転装置32の外輪32cの外面を制動するようになっている。遊星回転装置32は、中心輪32aと、外輪32bと、中心輪32aと外輪32bに挟まれた少くとも二個の遊星輪32c、32cと、遊星輪32cを支持する旋回腕32dとからなる。中心輪32aと外輪32bと遊星輪32cは、焼締めされている。遊星輪32cは、ベアリングメーカーより販売されているカムフォロアが採用されている。中心輪32aと外輪32bと遊星輪32cは、ベアリング鋼製またはセラミックス製とされ

17

て計測ができるから高精度な計測が可能である。また、使用後、長期間経過すると摩擦伝達車が摩耗してすべりが大きく発生するのではないかという問題については、摩擦伝達車である中心輪、外輪及び遊星輪をベアリング鋼を使用することにより、モータ寿命まで十分な耐久性を持たせることができる。また、最近において、光洋精工株式会社によって自動車のトラクションドライブ（摩擦伝達による牽引駆動）用に、寿命がベアリング鋼の10倍以上もある強靱な鋼が開発されたので、それに使用するかセラミックを使用することにより全く問題ない。

なお、本発明の複合モータは、遊星回転装置を遊星歯車装置とした場合を除外するものではない。

以下、本発明の複合モータを図面とともに示す実施例を参照して説明する。

<第一実施例>

第1図は本発明の複合モータの第一実施例を示す断面図である。

16

ている。第一モータ33は単相コイルモータまたは三相コイルモータが採用されており、モータ回転軸はいずれも中空な内軸33aと外軸33bの二重軸構造とされ、内軸33aが遊星回転装置32の外輪32bと一体形成され、キー33cとロックナット33dにより内側に通された内軸33aと固定されている外軸33bに、回転子33eが被嵌されている。しかして、一体化されている外輪32bとモータ回転軸は、外輪32bがベアリング37により筒フレーム31bに支持され、またモータ回転軸がベアリング38により中プレート31cに支持されている。第二モータ34は、第一モータ33と同じ単相コイルモータまたは三相コイルモータが採用されており、モータ回転軸は、第一モータ33の内軸33aの内側に通されている長尺な内軸34aと、回転子34cが被嵌されている外軸34bの二重軸構造とされ、外軸34bがベアリング39、40により中プレート31cとボックスフレーム31dに支持されている。内軸34aは遊星回転装置32

18

の中心輪 32 a と一体形成されている。内軸 34 a と外軸 34 b は、キー 34 d とロックナット 34 e により固定されている。外軸 34 b には冷却ファン 44 が設けられ、ボックスフレーム 31 e のスリットより外部へ放熱が行われる。電磁ブレーキ 35 は、摩擦クラッチ板 35 a を備える回転板 35 b が内軸 34 a に固定されているとともに、制動板 35 c が、固定ガイド軸 35 d により軸方向にスライド自在にかつキー 35 e により回転不能に支持されさらに調整ネジ 35 g によりブレーキ力を調整されるバネ 35 f により付勢されて摩擦クラッチ板 35 a に接触し回転するようになっている。そして、制動板 35 c には固定側ブレーキコイル 35 h が設けられ、該コイル 35 h がボックスフレーム 31 e より設けられた固定側ブレーキコイル 35 i によって引き付けられると、回転板 35 b と摩擦クラッチ板 35 a と制動板 35 c との間に作用するブレーキが解除されるようになっている。従って、電磁ブレーキ 35 は、内軸 34 a と一体の中心輪 32 a にブ

19

外輪 32 b の直径を $D1$ 、中心輪 32 a の直径を $D2$ 、遊星輪 32 c の直径を $D3$ とする。 $D1$ と $D2$ の比は、例えば、二対一あるいは三対一となる。これに対し、モータ 33、34 は、この実施例では、単相コイルモータまたは三相コイルモータを採用しているので、極数を変えることにより回転数 $N1$ と $N2$ を異ならせることができる。

従って、この実施例において、 $N1$ と $N2$ が異なる場合には新型のボールチェンジモータということができる。

次に作用を説明する。

① 第一モータ 33 のみを $N1$ 回転する場合、

第二モータ 34 に通電せずかつ電磁ブレーキ 35 に通電して中心輪 32 a をブレーキ停止してから、第一モータ 33 を $N1$ 回転する。

先ず、外輪 32 b が $N1$ 回転する。

遊星輪 32 c は、外輪 32 b から回転伝達され、 $N1 \cdot D1 / D3$ の自転を生じる。

旋回腕 32 d は、 $N1 \cdot D1 / D2$ の回転を生

レーキをかけられるようになっている。出力軸 41 は旋回腕 32 d と一体に形成されていてベアリング 42 により支持されている。

要するに、この実施例の複合モータは、中心輪 32 a と、外輪 32 b と、中心輪と外輪に挟まれた少くとも二個の遊星輪 32 c、32 c と、遊星輪を支持する旋回腕 32 d とからなる遊星回転装置 32 を備え、遊星回転装置 32 に隣接して第一モータ 33 が配され、第一モータ 33 に隣接して第二モータ 34 が配され、出力軸 41 がモータ 33、34 と反対側にあり、第一モータ 33 の回転軸が中空に形成され、該中空な第一モータ 33 の回転軸の内側に第二モータ 34 の回転軸が通されている第一モータ 33 の回転軸が、外輪 32 b に直結され、第二モータ 34 の回転軸が中心輪 32 a に直結され、ケーシング 31 の外に突出する出力軸 41 が旋回腕 32 d に直結されていて、遊星回転装置 32 と第一モータ 33 と第二モータ 34 がケーシング内にオールインワンに収容されている構成である。

20

じ、出力軸 41 より出力する。

$D1 / D2$ は増速比であり、逆数比のトルクの割合だけ多く必要とするので、モータ出力の計算式に入れる必要がある。

② 第二モータ 34 のみを $N2$ 回転する場合、

第一モータ 33 に通電せずかつ電磁ブレーキ 36 に通電して外輪 32 b をブレーキ停止してから、第二モータ 34 を回転する。

先ず、中心輪 32 a が $N2$ 回転する。

遊星輪 32 c は、中心輪 32 a から回転伝達され、 $-N2 \cdot D2 / D3$ の自転を生じる。

マイナスの符号はモータの回転と反対の回転であることを示す。

旋回腕 32 d は $N2 \cdot D2 / D1$ の回転を生じる。

出力軸 41 は $N2 \cdot D2 / D1$ 回転する。

$D2 / D1$ は減速比であり、トルクがこれに反比例して増大するから、第二モータ 34 は小出力で足りる。

③ 第一モータ 33 を $N1$ 回転、第二モータ 34 を

21

—272—

22

N2 回転する場合 (同方向回転)、

電磁ブレーキ 35, 36 をオフにしてから、モータ 33, 34 を回転する。

先ず、外輪 32b が N1 回転、中心輪 32a が N2 回転する。

遊星輪 32c は、外輪 32b と中心輪 32a の両方から回転伝達されて自転と公転を所要に生じ、旋回腕 32d が回転し、出力軸 41 より出力する。

そこで、遊星輪 32c の自転は、

N1 > N2 であれば、

$$(N1 - N2) D1 / D3$$

N1 < N2 であれば、

$$-(N2 - N1) D2 / D3$$

N1 = N2 であればゼロである。

また、旋回腕 32d の回転は、

N1 > N2 であれば、

$$N2 + (N1 - N2) D1 / D2$$

N1 < N2 であれば、

$$N1 + (N2 - N1) D2 / D1$$

23

N1 < N2 · D1 / D2 のとき、

$$-(N1 - N2 \cdot D1 / D2) D2 / D1$$

この式のマイナスの符号は第二モータの回転方向に出力することを示す。

N1 = N2 · D1 / D2 のときゼロである。

しかして、この第一実施例で出力回転がゼロになるには、

④の旋回腕 32d の回転数の式から、

N1 = N2 · D1 / D2 の式が成立するときとなる。

従って、高精度位置決めに利用するために、出力回転がゼロに近い値が得られるようにするには N1 / N2 と D1 / D2 を近似させれば良い。

具体例 1

N1 = 1,000 rpm, N2 = 500 rpm とし、

D1 対 D2 を 100mm 対 48mm に決める。

すると、出力軸 41 の回転数は、...

①のとき $N1 \cdot D1 / D2 = 2083.3 \text{ rpm}$ 、

②のとき $N2 \cdot D2 / D1 = 240 \text{ rpm}$ 、

③のとき $N2 + (N1 - N2) D1 / D2$

25

N1 = N2 であれば N1 である。

④第一モータ 33 を N1 回転、第二モータ 34 を -N2 回転する場合 (反対方向回転)、

電磁ブレーキ 35, 36 をオフにしてから、モータ 33, 34 を回転する。

先ず、外輪 32b が N1 回転、中心輪 32a が -N2 回転する。

遊星輪 32c は、外輪 32b と中心輪 32a の両方から回転伝達され自転と公転を所要に生じ、旋回腕 32d が回転し、出力軸 41 より出力する。そこで、遊星輪 32c の自転は、

N1 > N2 · D1 / D2 のとき、

$$N2 + (N1 - N2 \cdot D1 / D2) D1 / D3$$

N1 < N2 · D1 / D2 のとき、

$$N1 + (N2 \cdot D1 / D2 - N1) D2 / D3$$

N1 = N2 · D1 / D2 のとき

自転は生じない。

また、旋回腕 32d の回転は、

N1 > N2 · D1 / D2 のとき、

$$(N1 - N2 \cdot D1 / D2) D1 / D2$$

24

$$= 1541.8 \text{ rpm}$$

④のとき $-(N2 \cdot D1 / D2 - N1)$

$$\cdot D2 / D1 = -20 \text{ rpm}$$

この 20 rpm は、第二モータ 34 と回転方向が同じである。

...となる。

従って、①または③により高速送り、②により中速送り、及び④により低速送りを行うことができる。このように、二つのモータの両方または一方を回転して、四通りの回転数が得られるので、モータコントロールが容易である。

特に、④のときに得られる 20 rpm という高減速回転は極めて安定して得られかつ極めて大きなトルクが得られるので、大型の機械装置の高精度位置決め用の駆動源に好適である。

なお、20 rpm の出力回転において、二つのモータの停止が高精度位置決めにとって問題になるが、これは、出力軸 41 とボールネジ等の間に電磁クラッチ・ブレーキを入れることで解消できる。

26

そして、モータ33、モータ34に単相コイルモータまたは三相コイルモータを採用しているので、出力が大きな複合モータを構成できるから、大型の機械装置の高精密駆動源にも好適に採用可能である。

本発明において、高精密位置決めのためのモータコントロールが容易であることは、④により大きなトルクでかつ安定した低速回転が出力できるからというだけでなく、出力軸41に直結する高精密ボールネジやインデックステーブルの回転軸に高精密なロータリーエンコーダを付けて内部計測（オープンループ計測）ができるということも関連している。

例えば、ロータリーエンコーダの信号をモータコントローラに入力してテーブル等の被位置決め物体の現在位置を逐次検出するとともに、目標位置との差を演算するようにして、現在位置と目標位置の差に応じて、高速送りから小さい減速送りさらに高減速送りへ切換えるように、二つモータに対して電流及びモータ回転方向の切換を行うよ

27

るとともに、モータ34を反対回転するように駆動してかつゼロ回転出力から高回転出力に変化させていけば、それは、常時、上記の④の駆動を行っていることになり、それでありながら、出力軸41にモータ33の出力回転を増速した高回転から出力回転がゼロとなりさらに反対回転となつて回転数を上げることができる無段階変速が行える。

〔Ⅱ〕 第一モータ33と第二モータ34に軸方向ギャップブレーキモータを採用すると一層コンパクトになる。

<第二実施例>

第2図は本発明の複合モータの第二実施例を示す断面図である。

この実施例の複合モータの第1図の実施例に対して相違する点は、遊星回転装置32の中心輪32aと遊星輪32cの配置が入れ変っていることのみである。そうして、中心輪32aは出力軸41と一体形成され、旋回腕32dは第二モータ34の内軸34aと一体形成されている。

29

うにすれば良い。すなわち、目標位置から至近距離になるまでは高速送りし、至近距離になったら小さい減速送りを行い、目標位置に例えば5mm位に近づいたら高減速送りを行うようにすれば、高精密なサーボモータやパルスモータ、またはステッピングモータを使用しなくても高精密なロータリーエンコーダを使用することによりロストモーションを生ずることなく高精密な位置決めが容易に実現できる。

これに対し、従来例の第13図、第14図に示すテーブル装置では、ボールネジとナットをダブルダイレクトドライブするものであるので、ロータリーエンコーダを使用できず、クローズドフィードバック制御が必要なりニアスケールを使用しなければ、目標位置と現実位置との差を検出できずロストモーションの発生を避けられない。

なお、この実施例を用いて変形例を説明する。

〔Ⅰ〕 第二モータ34にインダクションモータを採用してインバータにより無段変速回転させるようにして、モータ33を駆動して高速送りをす

28

その他の発明構成要素については、第1図と同一の符号を付け、説明は省く。

この実施例では、外輪32bの直径をD1、遊星輪32cの直径をD2、中心輪32aの直径をD3とする。

次に、作用を説明すると、

①第一モータ33のみをN1回転する場合、

第二モータ34に通電せずかつ電磁ブレーキ35に通電して旋回腕32dをブレーキ停止してから、第一モータ33をN1回転する。

先ず、外輪32bがN1回転する。

遊星輪32cは、中間輪となり外輪32bの回転を中心輪32aに伝達する。

従って、中心輪32aは、 $-N1 \cdot D1 / D3$ の自転を生じ、出力軸41がモータ33と反対方向に出力回転する。

$D1 / D3$ は増速比であり、逆数比のトルクの割合だけ多く必要とするので、モータ出力の計算式に入れる必要がある。

②第二モータ34のみをN2回転する場合、

第一モータ33に通電せずかつ電磁ブレーキ36に通電して外輪32bをブレーキ停止してから、第二モータ34を回転する。

先ず、旋回腕32dがN2回転する。

遊星輪32cは、回転しない外輪32bに対して転動し、N2の公転と $-N2 \cdot D1 / D2$ の自転を生じる。

中心輪32aは $N2 \cdot D1 / D2 + N2$ の回転を生じ、出力軸41から出力する。

$(D1 + D2) / D2$ は増速比であり、逆数比のトルクの割合だけ多く必要とするので、モータ出力の計算式に入れる必要がある。

③第一モータ33をN1回転、第二モータ34をN2回転する場合(同方向回転)、

電磁ブレーキ35、36をオフにしてから、モータ33、34を回転する。

先ず、外輪32bがN1回転、旋回腕32dがN2回転する。

遊星輪32cは、外輪32bと旋回腕32dの両方から回転伝達され、N2の公転を行いつつ、

31

るか、

④の中心輪32aの回転数の式から、

$N1 \cdot D1 / D2 = N2$ の式が成立するかどちらかのときとなる。

従って、高精密位置決めに利用するために、出力回転がゼロに近い値が得られるようにするには、

③により、 $N1 / N2$ と、 $(D1 - D2) / D1$ を近似させるか、

または④により、 $N1 \cdot D1 / D2$ とN2を近似させるように、N1、N2、D1、D2を決めれば良く、そのようにする。

具体例1

$N1 / N2$ と、 $(D1 - D2) / D1$ を近似させるため、

例えば、 $N1 = 700 \text{ rpm}$ 、 $N2 = 1,000 \text{ rpm}$ とし、D1を100mm、D2を31mm、D3を38mmに決める。

すると、出力軸41の回転数は、・・・

①のとき $-N1 \cdot D1 / D3 = -1,842.1 \text{ rpm}$

$(N1 - N2) D1 / D2$ の自転を生じる。

そこで、中心輪32aは、

$N2 + (N1 - N2) D1 / D2$ の回転を生じる。この回転数が出力軸41より出力する。

④第一モータ33をN1回転、第二モータ34を $-N2$ 回転する場合(反対方向回転)、

電磁ブレーキ35、36をオフにしてから、モータ33、34を回転する。

先ず、外輪32bがN1回転、旋回腕32dが $-N2$ 回転する。

遊星輪32cは、外輪32bと旋回腕32dの両方から回転伝達され、 $-N2$ の公転を行いつつ、 $N1 \cdot D1 / D2$ の自転を生じる。

そこで、中心輪32aは、

$N1 \cdot D1 / D2 - N2$ の回転を生じる。この回転数が出力軸41より出力する。

しかして、この第二実施例で出力回転がゼロになるには、

③の中心輪32aの回転数の式から、

$N1 / N2 = (D1 - D2) / D1$ の式が成立す

32

マイナス符号は、第一モータ33と反対方向の回転である。

②のとき $N2 \cdot D1 / D2 + N2 = 7,451.6 \text{ rpm}$

③のとき $N2 + (N1 - N2) D1 / D2 = 32.2 \text{ rpm}$

④のとき $N1 \cdot D1 / D2 - N2 = 812.9 \text{ rpm}$

・・・となる。

従って、②により高速送り、①または④により中速送り、及び③により低速送りを行うことができる。ただし、①の中速送りはモータを $-N1$ 回転させる。

具体例2

$N1 \cdot D1 / D2$ とN2を近似させるため、

例えば、 $N1 = 500 \text{ rpm}$ 、 $N2 = 1,500 \text{ rpm}$ とし、D1対D2を94mm対30mmに決める。すると、D3は34mmとなる。

すると、出力軸41の回転数は、・・・

①のとき $-N1 \cdot D1 / D3 = -1,382.3 \text{ rpm}$

この回転は、第一モータ33と反対方向の回転である。

②のとき $N2 \cdot D1 / D2 + N2 = 6,200 \text{ rpm}$

③のとき $N2 + (N1 - N2) D1 / D2$
 $= -1633.3 \text{ rpm}$

この回転は、モータ33、34と反対方向の回転である。

④のとき $N1 \cdot D1 / D2 - N2 = 66.6 \text{ rpm}$
 ...となる。

従って、②により高速送り、①または③により中速送り、及び④により低速送りを行うことができる。ただし、①、③の中速送りはモータを $-N1$ 、 $-N2$ 回転させる。

<第三実施例>

第3図は本発明の複合モータの第三実施例を示す断面図である。

この実施例の複合モータが第1図と相違する点は、遊星回転装置32に対して、第一モータ33の内軸33aと第二モータ34の内軸34aと出力軸41の三つの軸の接線の仕方にある。第一モータ33の内軸33aは旋回腕32dと一体形成され、第二モータ34の内軸34aは中心輪

35

従って、外輪32bは、 $N1 + N1 \cdot D2 / D1$ の回転を生じ、この回転が出力軸41より出力する。

このとき、 $(D1 + D2) / D1$ は増速比であり、逆数比のトルクの割合だけ多く必要とするので、モータ出力の計算式に入れる必要がある。

②第二モータ34のみをN2回転する場合、

第一モータ33に通電せずかつ電磁ブレーキ36に通電して旋回輪32dをブレーキ停止してから、第二モータ34を回転する。

まず、中心輪32aがN2回転する。

遊星輪32cは、中間輪となって外輪32bの回転を伝達する。このとき回転方向を変える。

そこで、外輪32bは、 $-N2 \cdot D2 / D3$ の回転を生じ、この反対方向の回転が出力軸41から出力する。

$D2 / D3$ は減速比であり、トルクがこれに反比例して増大するから、第二モータ34は小出力で足りる。

③第一モータ33をN1回転、第二モータ34を

32aと一体形成され、出力軸41は外輪32bと一体形成されている。ブレーキ36は旋回腕32dの周面に当接して制動をかけるようになっている。ベアリング37は外輪32bを支持している。

その他の発明構成要素については、第1図と同一の符号を付け、説明は省く。

なお、図示しないが構造を若干変更し、筒フレーム31bより遊星回転装置32と第一モータ33の間に仕切壁を設けて、この仕切壁に第一モータ33の外軸33bを支持するようにベアリングを設けると良い。

次に、作用を説明する。

①第一モータ33のみをN1回転する場合、

第二モータ34に通電せずかつ電磁ブレーキ35に通電して旋回腕32dをブレーキ停止してから、第一モータ33をN1回転する。

まず、旋回腕32dがN1回転する。

遊星輪32cは、N1の公転を行いつつ、 $N1 \cdot D2 / D1$ の自転をする。

36

N2回転する場合(同方向回転)、

電磁ブレーキ35、36をオフにしてから、モータ33、34を回転する。

まず、旋回腕32dがN1回転、中心輪32aがN2回転する。

遊星輪32cは、旋回腕32dと中心輪32aの両方から回転伝達され、N1の公転を行いつつ、 $(N1 - N2) D2 / D1$ の自転を生じる。

そこで、外輪32bは、 $N1 + (N1 - N2) D2 / D3$ の回転を生じ、この回転が出力軸41から出力する。

このときの増速比の逆数比のトルクの割合だけ多く必要とするので、モータ出力の計算式に入れる必要がある。

④第一モータ33をN1回転、第二モータ34を $-N2$ 回転する場合(反対方向回転)、

電磁ブレーキ35、36をオフにしてから、モータ33、34を回転する。

まず、旋回腕32dがN1回転、中心輪32aが $-N2$ 回転する。

遊星輪 3 2 c は、旋回腕 3 2 d と中心輪 3 2 a の両方から回転伝達され、N1 の公転を行いつつ、 $(N1 + N2) D2 / D1$ の自転を生じる。

そこで、外輪 3 2 b は、 $(N1 + N2) D2 / D3$ の回転を生じる。この回転数が出力軸 4 1 より出力する。

しかして、この第三実施例で出力回転がゼロになるには、

③の外輪 3 2 b の回転数の式

$$N1 + (N1 - N2) D2 / D3 = 0$$

であれば良い。

従って、

$N1 / N2 = D2 / (D2 + D3)$ の式が成立するときとなる。

従って、高精度位置決めに利用するために、出力回転がゼロに近い値が得られるようにするには $N1 / N2$ と $D2 / (D2 + D3)$ を近似させれば良い。

具体例 1

$N1 = 300 \text{ rpm}$ 、 $N2 = 1,300 \text{ rpm}$ とし、D1

39

側に嵌挿固定され、かつ自身の内側に出力軸 4 1 を通している。出力軸 4 1 は中心輪 3 2 a と一体形成されている。ヘッドプレート 3 1 a は外輪 3 3 b をベアリング 3 8 を介して支持している。ヘッドプレート 3 1 a には、軸受フランジ 3 1 f が固定されるており、該軸受フランジ 3 1 f の取付けの前にロックナット 3 3 d の締付けができるようになっている。出力軸 4 1 は、内軸 3 3 a の内端に設けたベアリング 4 3 と、軸受フランジ 3 1 f に設けられたベアリング 4 2 により支持されている。

その他の発明構成要素については、第 1 図と同一の符号を付け、説明は省く。

遊星回転装置 3 2 の中心輪 3 2 a と外輪 3 2 b と旋回腕 3 2 d に対して、第一モータ 3 3 の内軸 3 3 a と第二モータ 3 4 の内軸 3 4 a と出力軸 4 1 の三つの軸の接続の仕方を見ると、第 1 図の場合と同一である。従って、第一実施例の作用と同一となるので、説明は省く。

なお、この実施例を用いて変形例を説明する。

を 20mm、D2 を 31mm、D3 を 101mm に決める。

すると、出力軸 4 1 の回転数は、・・・

①のとき $N1 + N1 \cdot D2 / D1 = 785 \text{ rpm}$

②のとき $-N2 \cdot D2 / D3 = -398 \text{ rpm}$

③のとき $N1 + (N1 - N2) D2 / D3 = -8.8 \text{ rpm}$

④のとき $(N1 + N2) D2 / D3 = 491 \text{ rpm}$

従って、①により高速送り、②または④により中速送り、及び③により低速送りを行うことができる。ただし、②の中速送りはモータ 3 4 を逆回転させる。

<第四実施例>

第 4 図は本発明の複合モータの第四実施例を示す断面図である。

この実施例の複合モータが第 1 図と相違する点は、遊星回転装置 3 2 が第一モータ 3 3 と第二モータ 3 4 の間に収容されている。第一モータ 3 3 の内軸 3 3 a が外輪 3 2 b と一体形成されている。内軸 3 3 a は中空に形成され外軸 3 3 b の内

40

旋回腕 3 2 d が第一モータ 3 3 の側にくるように外輪 3 2 b の奥に位置され、遊星輪 3 2 c と中心輪 3 2 a が第二モータ 3 4 の側に設けられ、出力軸 4 1 が旋回腕 3 2 d と直結され、第二モータ 3 4 の内軸 3 4 a が中心輪 3 2 a に直結される構成も考えられる。この場合の作用は、第二実施例の作用と同一となる。

<第五実施例>

第 5 図は本発明の複合モータの第五実施例を示す断面図である。

この実施例の複合モータは、遊星回転装置 3 2 に隣接して第一モータ 3 3 が配され、第一モータ 3 3 に隣接して第二モータ 3 4 が配され、出力軸 4 1 がモータ 3 3、3 4 と反対側にあり、第一モータ 3 3 の回転軸が中空に形成され、該中空な第一モータ 3 3 の回転軸の内側に第二モータ 3 4 の回転軸が通されている第一モータ 3 3 の回転軸が、外輪 3 2 b に直結され、第二モータ 3 4 の回転軸が中心輪 3 2 a に直結され、ケーシング 3 1

の外に突出する出力軸41が旋回腕32dに直結されていて、遊星回転装置32と第一モータ33と第二モータ34がケーシング31の内部にオールインワンに収容されている構成である。

この実施例の複合モータの第1図の実施例に対する相違は、第一モータ33にコアレス巻線形で内側磁石形のDCサーボモータが採用され、第二モータ34にコアレス巻線形で外側磁石形のDCサーボモータが採用されている点にある。

第一モータ33は、外側磁鉄（静止鉄心）33fとカップ状電機子コイル33gと内側永久磁石（界磁）33hと整流子33iとブラシ33jを有している。また、第二モータ34は、外側永久磁石（界磁）34fとカップ状電機子コイル34gと内側磁鉄（静止鉄心）34hと整流子34iとブラシ34jを有している。

第一モータ33は、内軸33aと外軸33bの二重軸構造である。内軸33aは筒状であり外軸32bと一体形成されており、外軸33bはカップ状電機子コイル33gを支持している。内軸

43

そこで、第一実施例の具体例1に合わせて、第一モータ33に500パルス/360°の分解能を有するサーボモータを使用し、第二モータ34に1,000パルス/360°の分解能を有するサーボモータを使用し、D1対D2を100mm対48mmに決め、第一モータ33と第二モータ34を反対方向に回転するようにそれぞれ1パルス送り与えると、出力軸41の回転数は、・・・

④のとき、

$$-(N2 \cdot D1 / D2 - N1) D2 / D1 =$$

$$- 360^\circ \times (1 / 1,000 \times 100 / 48 - 1 / 500)$$

$$\times 48 / 100 = -0.1438^\circ$$

$$360^\circ / 0.1438^\circ = 2501.7$$

すなわち、約 $\frac{2,500 \text{ パルス}}{360^\circ}$ の分解能が得られることになる。

<第六実施例>

第6図は本発明の複合モータの第六実施例を示す断面図である。

この実施例の複合モータの第5図との相違は、第一モータ33と第二モータ34がともに、コア

出力軸41の回転数は

$$N1 > N2 \cdot D1 / D2 \text{ のとき、}$$

$$(N1 - N2 \cdot D1 / D2) D1 / D2$$

$$N1 < N2 \cdot D1 / D2 \text{ のとき、}$$

$$-(N1 - N2 \cdot D1 / D2) D2 / D1$$

この式のマイナスの符号は第二モータの回転方向に出力することを示す。

$$N1 = N2 \cdot D1 / D2 \text{ のときゼロである。}$$

この実施例から分かるように、第一モータ33と第二モータ34にパルスモータやステップモータを用いても良い。

パルスモータを採用した場合、第一モータ33と第二モータ34を反対方向に回転するようにそれぞれ1パルス送り与えると、差動により、出力軸41に微小な回転を得る具体例を挙げる。

具体的には、第一実施例のときと同様に、出力回転がゼロに近い値が得られるようにするには $N1 / N2$ と $D1 / D2$ を近似させるが、 $N1 / N2$ はパルスモータの場合、分解能の逆数比となる。

45

レス巻線形で内側磁石形のDCサーボモータが採用されていること、第一モータ33の回転軸33kは外軸32cと一体形成されており、カップ状電機子コイル33gを支持している。出力軸41は、二つのベアリング42、42で支持されている。

その他の発明構成要素については、第1図と同一の符号を付け、説明は省く。

<第七実施例>

第7図は本発明の複合モータの第七実施例を示す断面図である。

この実施例の複合モータは、第5図と同様に、第一モータ33にコアレス巻線形で内側磁石形のDCサーボモータが採用され、第二モータ34にコアレス巻線形で外側磁石形のDCサーボモータが採用されている。第二モータ34の回転軸は単軸であるので、図示よりも外径を小さくできる。

第6図との相違は、支持壁31gを設け、ベアリング38、42で第一モータ33の回転軸33kを両端支持していること、第一モータ33

46

47

の回転軸 33k と外輪 32b はスプライン結合とされており、また、第二モータ 34 の回転軸 34k と中心輪 32a もスプライン結合とされている。第 1 図と同じ作用となる。

その他の発明構成要素については、第 1 図と同一の符号を付け、説明は省く。

< 第八実施例 >

第 8 図は本発明の複合モータの第八実施例を示す断面図である。

この実施例の複合モータは、第 5 図と同様に、第一モータ 33 にコアレス巻線形で内側磁石形の DC サーボモータが採用され、第二モータ 34 にコアレス巻線形で外側磁石形の DC サーボモータが採用されている。遊星回転装置 32 は第 3 図に対応している。従って、第 3 図と同じ作用となる。

その他の発明構成要素については、第 1 図と同一の符号を付け、説明は省く。

< 第九実施例 >

第 9 図は本発明の複合モータの第九実施例を示

48

す断面図である。

第一モータ 33 の内軸 33a は外輪 32b と一体形成されている。第二モータ 34 の内軸 34a は中心輪 32a と一体形成されている。出力軸 41 は旋回腕 32d と一体形成されている。従って、第 1 図と同じ作用となる。その他の構成は第 9 図と相違するところがない。

その他の発明構成要素については、第 1 図と同一の符号を付け、説明は省く。

< 第十一実施例 >

第 11 図は本発明の複合モータの第十一実施例を示す断面図である。

この実施例の複合モータは、ケーシング 31 内に、遊星回転装置 32 と第一モータ 33 と第二モータ 34 がオールインワンに収容されている。第一モータ 33 と第二モータ 34 は、直流制御用のコアレスマイクロモータが採用されている。

第一モータ 33 と第二モータ 34 は、筒フレーム 31b に設けられた支持壁 31g で遊星回転装

置 32 と隔てられている。

この実施例の複合モータは、第 4 図と同様に、遊星回転装置 32 が第一モータ 33 と第二モータ 34 の間に収容されている。第 4 図との相違は、第一モータ 33 にコアレス巻線形で内側磁石形の DC サーボモータが採用され、第二モータ 34 にコアレス巻線形で外側磁石形の DC サーボモータが採用されている点である。第一モータ 33 の内軸 33a が外輪 32b と一体形成されている。内軸 33a は中空に形成され外軸 33b の内側に嵌挿固定され、かつ自身の内側に出力軸 41 を通している。出力軸 41 は中心輪 32a と一体形成されている。従って、第 2 図と同じ作用となる。

その他の発明構成要素については、第 1 図と同一の符号を付け、説明は省く。

< 第十実施例 >

第 10 図は本発明の複合モータの第十実施例を示す断面図である。

第一モータ 33 はコアレス巻線形で内側磁石形の DC サーボモータであり、第二モータ 34 にコ

49

アレス巻線形で外側磁石形の DC サーボモータである。

第一モータ 33 の回転軸 33k が中空に形成され、該中空な回転軸 33k の内側に第二モータ 34 の回転軸 34k が通されている。回転軸 33k は外輪 32b とスプライン結合され、回転軸 34k は中心輪 34k とスプライン結合されている。出力軸 41 は旋回腕 32d と一体形成されている。従って、第 1 図と同じ作用となる。

永久磁石 33h、34h はボックスフレーム 31h に収容して固定される内部フレーム 31i に支持されている。回転軸 33k はベアリング 38、42 により両端支持され、また回転軸 34k はベアリング 39、40 により両端支持されている。

その他の発明構成要素については、第 1 図と同一の符号を付け、説明は省く。

< 発明の効果 >

以上の説明から分かるように、本発明の複合モータは、

二つのモータと遊星回転装置とを極めてコンパ

クトに複合一体化して二つのモータの回転数の和または差を遊星回転装置において増大または減少することができ、もって、高速と中速と低速の三種の送り速度が実現できる。そして、遊星回転装置を摩擦伝達車で構成した場合には振動やバックラッシュやロストモーションの問題が生ずることがなく、従って、特に各種の高精度位置決めを必要とする機械に好適に採用できる。

4 図面の簡単な説明

第1図から第11図までは本発明の複合モータに係り、

第1図は第一実施例、第2図は第二実施例、第3図は第三実施例、第4図は第四実施例、第5図は第五実施例、第6図は第六実施例、第7図は第七実施例、第8図は第八実施例、第9図は第九実施例、第10図は第十実施例、第11図は第十一実施例をそれぞれ示す断面図である。

第12図、第13図、第14図及び第16図はそれぞれ異なる従来技術にかかる精密テーブル装置の立面図である。第15図は、第14図の精密

テーブル装置の平面図である。

- 1・・・モータ、
- 2・・・差動ボールネジの左ねじ部分、
- 3・・・ブロック、
- 4・・・ナット、
- 5・・・差動ボールネジの右ねじ部分、
- 6・・・テーブル、
- 7・・・ナット、
- 8・・・モータ、
- 9・・・歯車列、
- 10・・・ナット、
- 11・・・ボールネジ、
- 12・・・モータ、
- 13・・・歯車列、
- 14・・・ナット、
- 15・・・テーブル、
- 16・・・モータ、
- 17・・・ボールネジ、
- 18・・・モータ、
- 19・・・カップリング、

52

53

- 20・・・テーブル、
- 21・・・ナット、
- 22・・・ボールネジ、
- 23・・・油圧モータ、
- 24・・・ナット歯車、
- 25・・・歯車、
- 27・・・ボールスプライン、
- 28・・・リニアモーション歯車、
- 29、30・・・ワンウェイクラッチ、
- 31・・・モータケーシング、
- 31a・・・ヘッドカバー、
- 31b・・・筒フレーム、
- 31c・・・中プレート、
- 31d、31e・・・ボックスフレーム、
- 31f・・・軸受フランジ、
- 31g・・・仕切壁、
- 31h・・・ボックスフレーム、
- 31i・・・内部フレーム、
- 32・・・遊星回転装置、
- 32a・・・中心輪、

- 32b・・・外輪、
- 32c・・・遊星輪、
- 32d・・・旋回腕、
- 33・・・第一モータ、
- 33a・・・内軸、
- 33b・・・外軸、
- 33c・・・キー、
- 33d・・・ロックナット、
- 33e・・・回転子、
- 33f・・・外側磁鉄（静止鉄心）、
- 33g・・・カップ状電機子コイル、
- 33h・・・内側永久磁石（界磁）、
- 33i・・・整流子、
- 33j・・・ブラシ、
- 33k・・・回転軸、
- 34・・・第二モータ、
- 34a・・・内軸、
- 34b・・・外軸、
- 34c・・・回転子、
- 34d・・・キー、

54

—280—

55

34 e・・・ロックナット、
 34 f・・・外側永久磁石（界磁）、
 34 g・・・カップ状電機子コイル、
 34 h・・・内側磁鉄（静止鉄心）、
 34 i・・・整流子、
 34 j・・・ブラシ、
 34 k・・・回転軸、
 35・・・電磁ブレーキ、
 35 a・・・摩擦クラッチ板、
 35 b・・・回転板、
 35 c・・・制動板、
 35 d・・・固定ガイド軸、
 35 e・・・キー、
 35 g・・・調整ネジ、
 35 f・・・バネ、
 35 h・・・固定側ブレーキコイル、
 35 i・・・固定側ブレーキコイル、
 36・・・電磁ブレーキ、
 37、38、39、40、42、43・・・ベアリ
 ング、

44・・・冷却ファン、

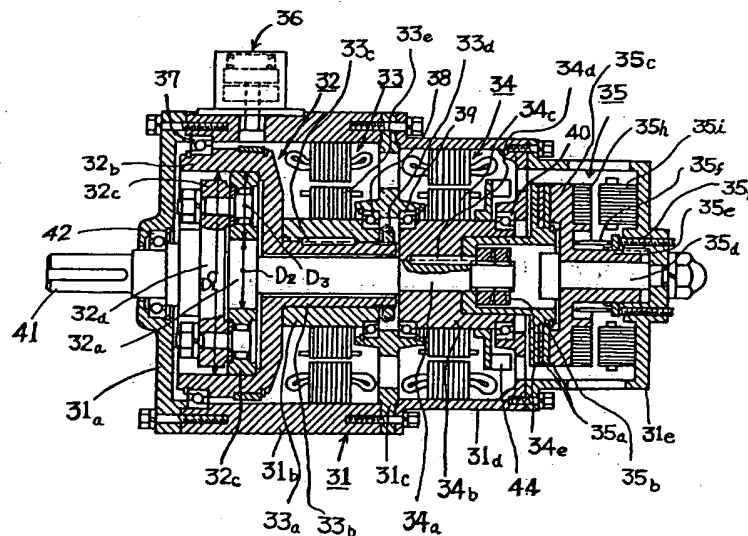
出願人 大沼浩司



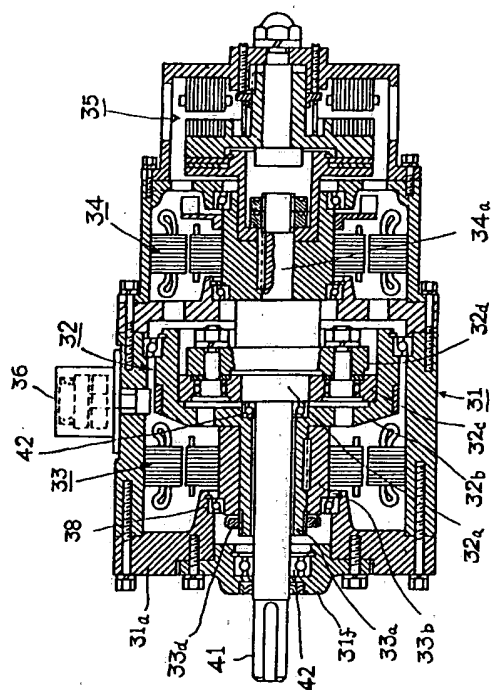
56

57

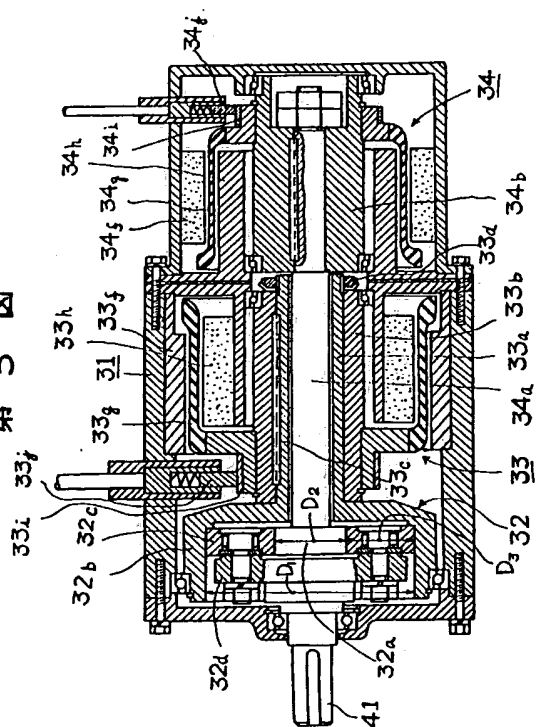
第 1 図



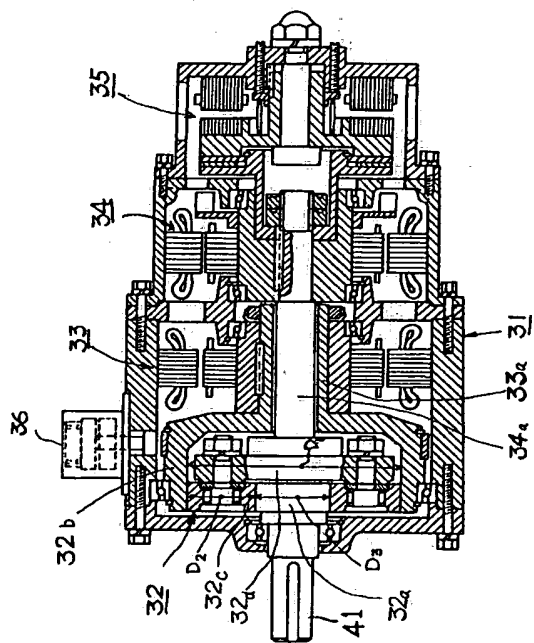
第 4 図



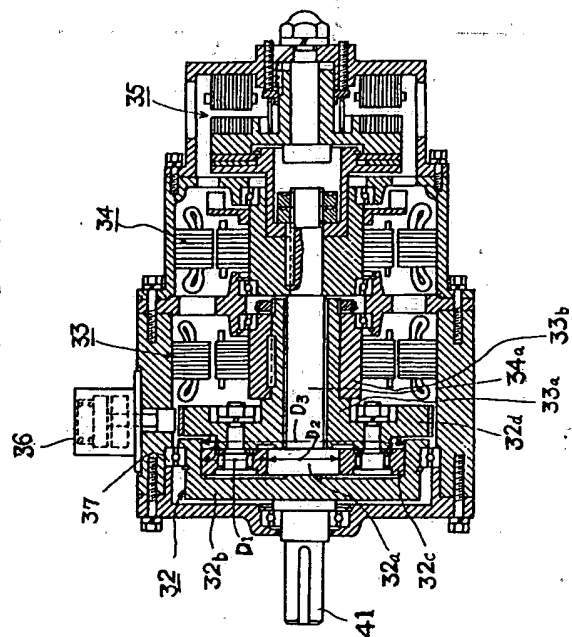
第 5 図



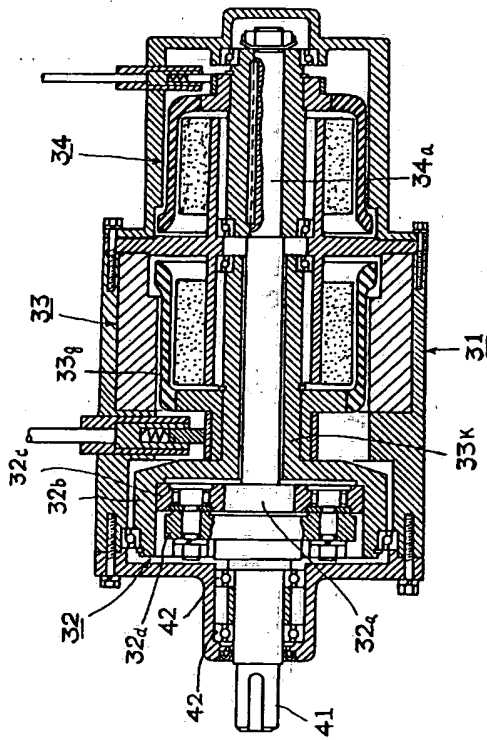
第 2 図



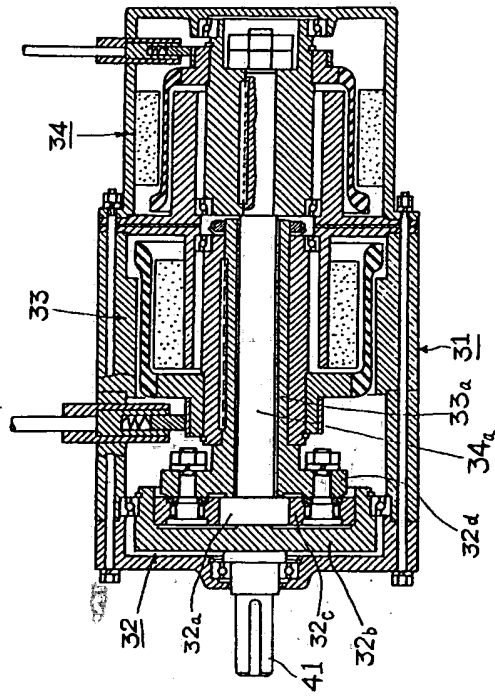
第 3 図



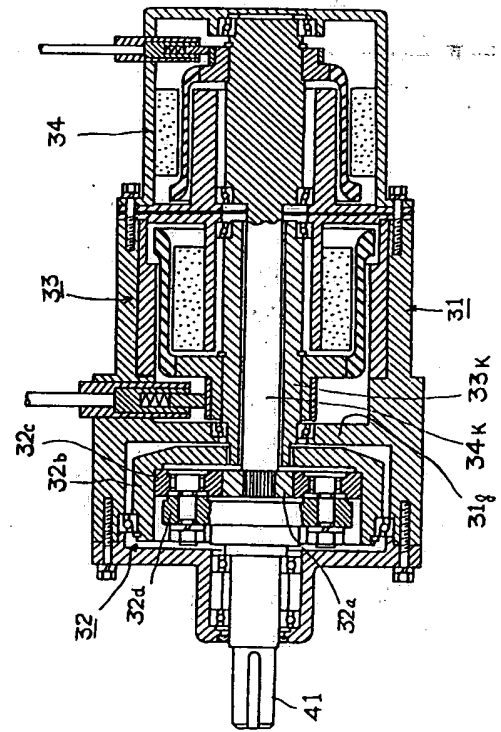
第 6 図



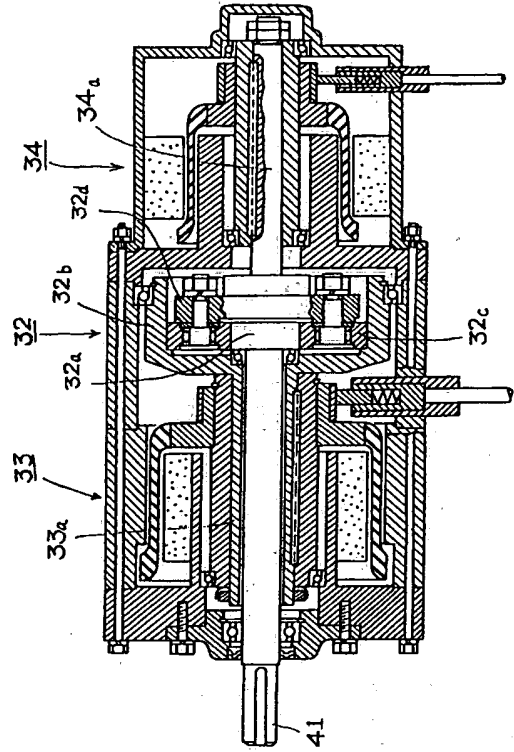
第 8 図



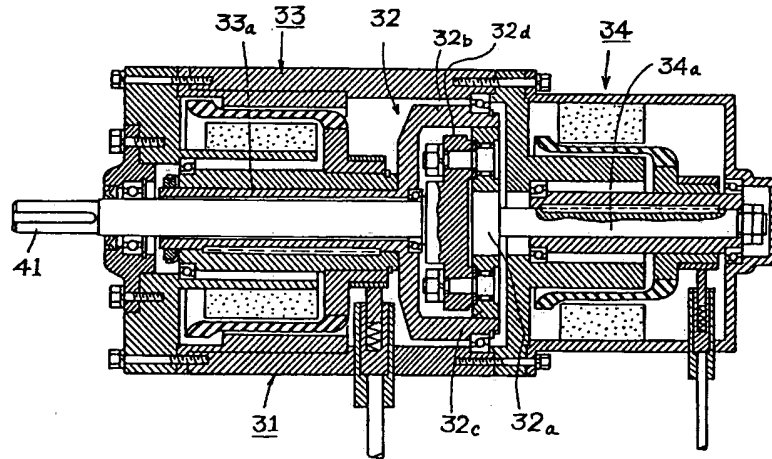
第 7 図



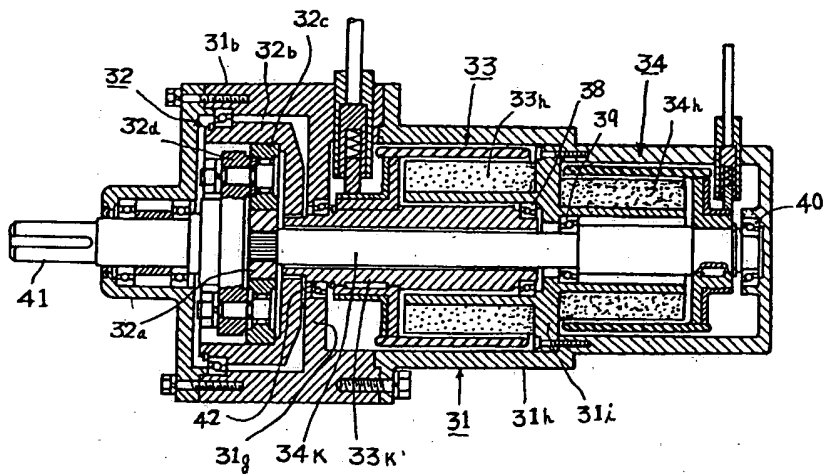
第 9 図



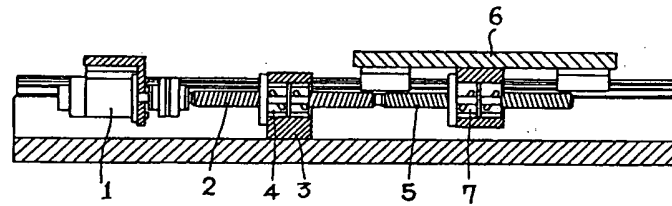
第 10 図



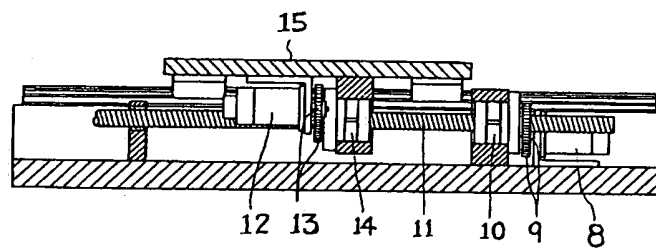
第 11 図



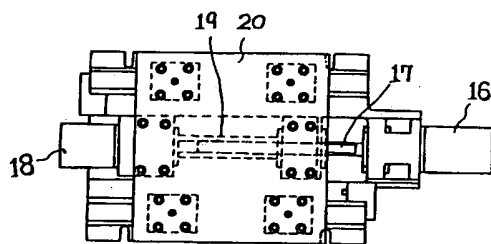
第 12 図



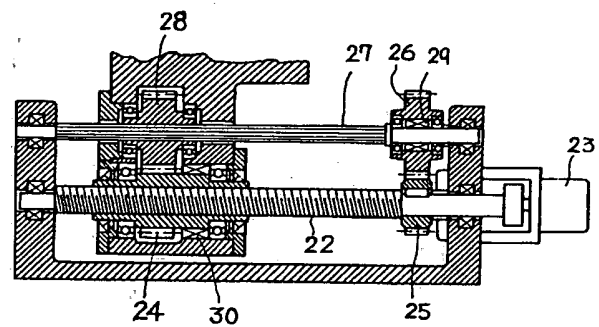
第 13 図



第 14 図



第 16 図



第 15 図

